

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/000086

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20040215  
Filing date: 12 February 2004 (12.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 April 2005 (29.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 5.4.2005

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Newtest Oy  
Oulu

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20040215

Tekemispäivä  
Filing date

12.02.2004

Kansainvälinen luokka  
International class

A61B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Askelpituuden kalibrointimenetelmä sekä menetelmää hyödyntävä  
laitejärjestely"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings, originally filed with the  
Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004  
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.  
1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FI-00101 Helsinki, FINLAND				

L 2

## Askelpituuden kalibrointimenetelmä ja menetelmää hyödynävä laitejärjestely

Keksinnön kohteena on menetelmä henkilön askelpituuden mittaamiseksi, jossa menetelmässä mitataan kuljettu matka ja käyteittyjen askelten lukumäärä. Keksinnön kohteena on myös menetelmää soveltava mittausjärjestely sekä mittausjärjestelyssä käytettävät äänilähetin ja äänivastaanotin.

Henkilön suorittaman liikunnan määrällä ja laadulla on suuri vaikutus liikunnan suorittajan terveydentilaan. Esimerkiksi sydänsairauksien todennäköisyyttä voidaan vähentää sopivasti sydäntä kuormittavalla liikunnalla. Tunnetaan myös yhteys osteoporoosin ja erilaisten liikuntalajien harrastuksen välillä. Liikunnan avulla alkaansaattava kehoon varastoituneen ylimääräisen energian kuluttaminen on kasvava kiinnostuksen kohde painonhallinnassa. Liikunnan kuormittavuuden mittaaminen tai laskeminen on siten terveysvaikutusten analysoinnin kannalta tärkeä osatokijä.

Liikuntaa voidaan havainnoida hyvin monenlaisilla menetelmillä ja järjestelyillä. Eräs tunnettu tapa on mitata sydämen sykellä liikunnan/rasituksen aikana ns. sykemittarilla, jonka lukemia voidaan tarkastella joko tosiaikaisesti tai johonkin tiedonkeruulaitteeseen kerättävän tiedon avulla. Sykemittarilla voidaan luotettavasti todeta esimerkiksi se, onko liikunta sydäntä vahvistavaa. Sykemittarin tietojen avulla voidaan myös laskea arvio liikunnan aikana kulutetusta energiämäärästä.

Toisaalta tunnetaan patenttihakemuksesta FI20012547, että liikunnan aikana henkilön luustoon syntyviä kiihtyvyyksiä mittaamalla voidaan ennakoida luumassan kehityssuunta. Erilaisissa liikuntalajeissa luustoon vaikuttavat kiihtyvyydet vaihtelevat. Esimerkiksi juoksussa ja hyppelyssä syntyy suurempia kiihtyvyyksiä kuin rauhallisessa kävelyssä.

Painonhallinta on myös eräs keskeisimpiä terveyteen vaikuttavia tekijöitä. Mikäli henkilö varastoi kudoksiinsa energiaa syömästään ruuasta enemmän kuin hän keskimäärin päivittäin kuluttaa, johtaa se vääjäämättä painonnousuun. Tarve eräänlaisen helppokäyttöisen kalorimetrin, joka mittaa henkilön energian kulutusta jatkuvasti ja vaivattomasti, käyttöön on ilmeinen.

Kuitenkin pelkän keskiarvoisen mittaustiedon hyväksikäyttö voi olla ongelmallista. Samakin liikuntamuoto voi henkilöstä toiseen olla varsin erilaista. Käyttämällä pel-

kästään suuresta massasta kerättyä keskimääräistä liikuntaa kuvaavaa tietoa, voidaan joidenkin henkilöiden kohdalla päätyä virhepäätelmiin.

- 5 Henkilön kuluttamaan energiamäärään vaikuttavat sekä hänen painonsa että käytetty liikuntamuoto ja sen intensiteetti. Kävelyssä tai juoksussa energiankulutusta voidaan ennustaa liikkujan nopeuden perusteella. Nopeus saadaan määritettyä esimerkiksi askelpituuden ja askelnopeuden avulla. Jos tunnetaan henkilön käyttämä askelpituus esimerkiksi kävelyssä, voidaan sitä hyväksikäyttäen laskea ennuste hänen energiankulutuksestaan tietyn harjoitteen kuluessa. Askelpituus voidaan luonnollisesti mitata ja laskea täysin manuaalisesti. Saatava laskentatulos on sitten vain tallennettava johonkin tiedonkeruujärjestelmään myöhempää käyttöä varten. Manuaalinen järjestelmä on kuitenkin kankea. Se vaatii ennakkovalmistelua ja matkanmittauksineen. Askelpituuden laskenta täytyy tehdä erillisenä toimintona ja saatu laskentatulos pitää myös tallentaa erikseen johonkin tiedontallennusvälineeseen.

- 20 Askelpituuden määrittäminen voidaan tehdä myös käyttäen optisia välineitä. Optisissa mittausmenetelmissä infrapuna-alueen käyttö on tavallista. Valon nopeus on kuitenkin niin suuri, että se asettaa suuret vaatimukset käytettävälle mittauslaitteistolle. Pienikin ajoitusvirhe valopulssin vastaanoton määrittämisessä aiheuttaa suuren virheen valopulssin lähetyspaikan määrittämisessä. Johtuen suuresta ajoituksen tarkkuusvaatimuksesta on optinen askelpituuden mittauslaitteisto kallis valmistaa.

- 25 Askelpituuden mittauksessa voidaan hyödyntää myös GPS-tekniikkaa (Global Positioning System). Tarkkuus vaihtelee vastaanottolaitteista ja palveluntarjoajan sallimasta tarkkuudesta riippuen. Vastaanottopisteen määrittänytarkkuudessa voidaan kuitenkin päästä metrin murto-osiin. GPS-paikanninlaitteisto on varsin kallis, joten sen avulla toteutettava askelmittausjärjestelmä tulisi kalliiksi.

- 30 Esillä olevan keksinnön tavoitteena on esittää menetelmä ja laitejärjestely, jonka avulla voidaan suorittaa henkilön askelpituuden mittaus ilman manuaalisia mittauksia, laskutoimituksia ja tiedontallennuksia yksinkertaisella ja edullisella laitejärjestelyllä.

- 35 Keksinnön tavoitteet saavutetaan menettelyllä ja laitejärjestelyllä, jossa henkilön kulkema matka mitataan kiinteässä paikassa vastaanotettujen ajoitettujen äänipulssien avulla. Henkilö kantaa mukanaan äänilähetintä, joka lähettää ajoitetut äänipulssit. Äänipulssien vastaanottoajasta on laskettavissa pulssin kulkuaika ja sen

perusteella on määritettävissä lähetintä kantavan henkilön etäisyys tietyn äänipulssin vastaanottohetkellä. Perättäisten pulssien vastaanottoajoista voidaan tehdä arvio myös henkilön kulkunopeudesta. Henkilön askelmäärä mitataan edullisesti äänilähettimen yhteydessä olevan kiihtyvyyssanturin avulla.

5

Keksinnön mukaisen menetelmän etuna on se, että askelpituuden määrittäminen saadaan suoritettua ilman manuaalisia mittaus- ja laskentaoperaatioita.

10

Lisäksi keksinnön etuna on se, että hyödynnettävä laitejärjestelmä on yksinkertainen ja halpa valmistaa.

Edelleen keksinnön etuna on se, että askelpituuden määrittämisen tulos tallentuu suoraan äänipulssien vastaanottimena toimivaan laitteeseen, joka voi olla jonkin solukkonverkon päätelaite.

15

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että kuljettu matka mitataan äänitaajuuksien pulssien kulkuajanmittauksella, jossa kulkuaika mitataan liikkuvan henkilön ja kiinteän pisteen väliltä, ja jossa menetelmässä äänipulssien vastaanottovälineet tietävät sekä äänipulssien vastaanottohetket että kunkin äänipulssin lähetyshetken.

20

Keksinnön mukaiselle askelpituuden mittausjärjestelylle on tunnusomaista, että kuljettu matka on järjestetty mitattavaksi äänitaajuuksien pulssien kulkuaikamittauksella, joka on järjestetty mitattavaksi liikkuvan henkilön ja kiinteän pisteen väliltä ja jossa järjestelyssä äänipulssien vastaanottovälineillä on tiedossa sekä äänipulssien vastaanottohetket että kunkin äänipulssin lähetyshetket.

25

Keksinnön mukaiselle, askelpituuden määrittämisessä käytettävälle äänivastaanottimelle on tunnusomaista, että se käsittää

30

– käyttöliittymän askelpituuden mittauksen lähtötietojen syöttämiseksi ja laskelun askelpituuden mittauks tuloksen esittämiseksi

– äänitaajuusvastaanottimen oleellisesti 1 000–2 000 Hz taajuisen äänisignaalin vastaanottamiseksi ja ilmaisemiseksi

35

– keskusyksikön, muistin ja kellotoiminnon vastaanotetun äänipulssin kulkuajan laskemiseksi sekä sen perustella tehtävän etäisyyden laskennan suorittamiseksi sekä

– energialähteen.

## 4.

Keksinnön mukaiselle, askelpituuden määrittämisessä käytettävälle äänilähettimelle on tunnusomaista, että se käsittää

- käyttöliittymän askelpituuden mittauksen käynnistämiseksi
- äänitaajuuslähettimen oleellisesti 1 000–2 000 Hz taajuisen äänisignaalin lähettämiseksi
- keskusyksikön, muistin ja kellotoiminnon
  - mittauksessa käytettävän äänipulssin lähettämiseksi määrätyn viivcen välein
  - mittaukseen määritellyn ajan umpeutumisen havaitsemiseksi
  - mittauksen lopetuspulssin lähettämiseksi
- välineet askeleen aiheuttaman kiihtyvyyksiinkin havaitsemiseksi ja havaittujen kiihtyvyyssiikkien lukumäärän tallentamiseksi sekä
- energialähteen.

- 15 Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- Keksinnön perusajatus on seuraava: Henkilön kulkema matka mitataan jotain kiintopistettä vastaan. Mainituissa kiintopisteissä on edullisesti vastaanotin, joka vastaanottaa äänipulsseja. Tätä vastaanotinta kutsutaan jäljempänä äänivastaanottimeksi. Liikkuvan henkilön mukanaan kantama äänilähetin lähettää edullisesti taajuusalueella 1 000–2 000 Hz olevia jyrkkäreunaisia äänipulsseja. Mittausta suorittava henkilö kantaa mainittua äänilähetintä edullisesti vyötäröllään. Mittauksen aikaessa kannettavan äänilähettimen ja äänivastaanottimen kellot synkronoidaan.
- 25 Kannettava äänilähetin antaa ensimmäisen äänimerkin, joka käynnistää sekä kannettavan äänilähettimen että äänivastaanottimen kellot. Käynnistysäänimerkki annetaan edullisesti painamalla äänilähettimessä olevaa painonappia henkilön seislessa paikallaan. Tämän jälkeen henkilö etenee tasaisella vauhdilla pois päin kiinteästä vastaanottopisteestä. Koko ajan äänilähetin antaa tasaisin, ennalta määrättyin väliajoin aina uuden äänipulssin. Äänipulssien väli voi olla edullisesti noin 200 ms. Koska äänilähettimen ja -vastaanottimen kellot on synkronoitu, voidaan äänipulssin vastaanottohetken ja vastaanotetun pulssin järjestysnumeron avulla laskea se, miten kaukana henkilön kantama äänilähetin on tietyn pulssin vastaanottohetkellä, koska äänennopeus ilmassa tunnetaan. Henkilön kantama äänilähetin käsittää edullisesti lisäksi ainakin yhden kiihtyvyyssanturin. Sen avulla voidaan rekistroidä askeleet ja niiden tarkat ajankohdat mittausjakson aikana. Keskimääräinen askelpituus saadaan jakamalla mittausjakson kulkien perättäisten askelten aikana edetty matka askelten määrällä. Saatu laskentatuloksella tallentuu edullisesti ääni-

## 5

vastaanottimeen. Äänivastaanotin on edullisesti osa jonkin solukko-verkon pääte-laitetta.

Seuraavassa koksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti. Selostuksessa viitataan  
5 oheisiin kuviin, joissa

kuva 1 esittää esimerkinomaisesti erästä keksinnön mukaista mittausjärjestelyä askelpituuden mittaamiseksi,

10 kuva 2 esittää tuulen vaikutusta mittausjärjestelyyn,

kuva 3 esittää esimerkinomaisena vuokaaviona keksinnön mukaisen menetel-män päävaiheita,

15 kuva 4a esittää esimerkinomaisesti keksinnön mukaisen äänivastaanottimen pääosia sekä

kuva 4b esittää esimerkinomaisesti keksinnön mukaisen äänilähettimen käsittä-miä toiminnallisia pääosia.

20

Kuvassa 1 on esimerkinomaisesti esitetty keksinnön mukainen askelpituuden mit-tausjärjestely. Viitteellä 1 on merkitty henkilöä, joka suorittaa askelpituutensa mää-ritystä. Askelpituuden mittaus voi koskea joko kävelyä tai juoksua. Molempia liik-kumismuotoja voi luonnollisesti olla useampia erilaisia kuten esimerkiksi hidas kä-vely, normaali kävely tai nopea kävely. Askelpituuden mittaus voidaan keksinnön  
25 mukaisella menetelmällä edullisesti suorittaa kullekin mainituista liikuntamuodoista erikseen. Kuvan 1 esimerkissä mittausta suorittava henkilö 1 on liikkunut tasaisolla nopeudella pisteestä A pisteeseen B. Pisteiden A ja B välistä etäisyyttä on kuvattu viitteellä S. Kun henkilön suorittama etenemä S tiedetään, voidaan otonomään  
30 käytettyjen askelten avulla laskea käytetyn liikuntamuodon askelpituus.

Keksinnön mukaisessa mittausmenetelmässä määritellään liikkujan kulkema mat-ka S säännöllisesti lähetettävien äänipulssien avulla. Liikkujan ottamat askeleet havaitaan edullisesti askelten aiheuttamien kiihtyvyyden mittaamalla. Keksinnön  
35 mukainen äänipulssien lähettin 11 käsittää välineet sekä äänipulssien lähettämi-seksi määrätyn aikavälein että edullisesti ainakin yhden kiihtyvyyssanturin.

Lähetettävien äänipulssien äänentaajuus on edullisesti luokkaa 1 000–2 000 Hz. Pulseja 12a, 12b ja 12c lähetetään muutama kappale sekunnissa. Pulseja 12a, 12b ja 12c voidaan lähettää esimerkiksi 200 ms välein. Lähetettävien äänipulssin kesto on edullisesti alle 100 ms. Tällaisella pulssisuhteella perättäiset pulssit 12a, 12b ja 12c on helposti erotettavissa toisistaan. Keksinnön mukainen äänilähetin 11 lähettää äänipulseja edullisesti ennalta määritellyn ajan käynnistämisen jälkeen, minkä jälkeen mittaus lopetetaan. Toiminta-aika voi olla esimerkiksi 10 sekuntia. Kun mittauksen käynnistymisestä on kulunut mainitut 10 sekuntia keksinnön mukainen äänilähetin 11 lähettää lopetusäänimerkin, jonka jälkeen äänipulssien lähetykset loppuu.

Henkilö 1 kantaa, edullisesti vyötäröllään, äänilähetintä 11. Kirjaimella H on merkitty äänilähettimen 11 korkeutta maanpinnasta 2. Kuvan 1 esittämässä esimerkissä äänipulssi 12c on saapumassa äänivastaanottoon 10. Vastaanotetusta analogisesta äänipulssista otetaan näytteitä edullisesti 8–16 kHz taajuudella. Tällöin saadaan vastaanotettavan äänipulssin, esimerkiksi 12c, saapumisajankohdan määritettyä tarkasti.

Koska äänilähetin 11 ja äänivastaanotin 10 ovat eri korkoudella maanpinnasta 2, joutuu ääni kulkemaan pitemmän matkan  $S'$ , kuin mikä on se matka  $S$ , jonka mittaukselta suorittava henkilö 1 tosiasiallisesti kulkee. Äänen etenemissuunta äänilähettimestä 11 äänivastaanottoon 10 muodostaa muuttuvan kulman  $\alpha$  maanpinnan 2 kanssa. Kulman  $\alpha$  suuruus määrää sen, kuinka suuri on syntyvä mittauspoikkeama ( $S'-S$ ) todellisesta kuljetusta matkasta  $S$ . Mitä kauempana äänivastaanotin 10 on äänilähettimestä 11, sitä pienemmäksi kulma  $\alpha$  muodostuu. Liikkuvan henkilön etäisyyden  $S$  kasvaessa lähestyy äänen kulkema matka  $S'$  todellista etäisyyttä A–B maanpinnan tasolla, viite  $S$  kuvassa 1. Taulukossa 1 on esitetty muutamia esimerkkejä siitä, miten äänivastaanottimen 10 etäisyys  $S$  äänilähettimestä 11 ja äänilähettimen 11 korkeus  $H$  maanpinnasta vaikuttavat syntyvän virheen/poikkeaman suuruuteen. Syntyvä virhe voidaan kuitenkin ottaa etäisyyden laskennassa huomioon ja tarvittaessa korjata soveliaalla korjausfunktioilla.



**Taulukko 1: Henkilön pituuden H ja kuljetun matkan S vaikutus mittaukseen**

Pituus H	1,50 m		1,60 m		1,70 m		1,80 m		1,90 m	
Matka S (m)	abs (m) suht. (%)		abs (m) suht. (%)		abs (m) suht. (%)		abs (m) suht. (%)		abs (m) suht. (%)	
1	0,35	35,5	0,39	38,6	0,43	42,8	0,47	47,2	0,52	51,6
2	0,19	9,7	0,22	10,9	0,25	12,3	0,27	13,6	0,30	15,1
4	0,10	2,5	0,11	2,8	0,13	3,2	0,14	3,6	0,16	4,0
5	0,08	1,6	0,09	1,8	0,10	2,1	0,12	2,3	0,13	2,6
9	0,04	0,5	0,05	0,6	0,06	0,6	0,06	0,7	0,07	0,8
10	0,04	0,4	0,05	0,5	0,05	0,5	0,06	0,6	0,06	0,6

- 5 Taulukosta 1 selviää, että jos askelpituuden mittauksen aikana edetään 10 m tai enemmän pois päin äänivastaanottimesta 10, on mittauksen suhteellinen virhe vain prosentin murto-osia. Jos mittausaikana ei edetä kauemmas kuin 5 m äänivastaanottimesta 10, on syytä käyttää soveliaista korjausfunktioita. Korjausfunktioita on hyödynnettävä myös siinä tilanteessa, jossa halutaan tietää henkilön palkka ja/tai nopeus jokaisen vastaanotetun äänipulssin vastaanottohetkellä.
- 10 Kuvassa 2 on esitetty tuulen vaikutus keksinnön mukaisessa mittausjärjestelyssä. Tuulensuunta ja -nopeus vaikuttavat etenevien äänipulssien nopeuteen. Kuvassa 2 janalla A-B esitetään sitä suuntaa, jonka suunnassa testihenkilö 1 liikkuu. Nuolella W esitetään vallitsevaa tuulensuuntaa ja -nopeutta. Tuulensuunta W muodostaa kulman  $\beta$  testihenkilön 1 liikkeen kanssa. Tuulennopeus ja -suunta vaikuttavat
- 15 ilmassa etenevään äänennopeuteen taulukon 2 mukaisesti.

**Taulukko 2: Tuulennopeuden ja -suunnan vaikutus äänennopeuteen**

Kulma $\beta$	Tuulennopeus 0 m/s	Tuulennopeus 10 m/s	Tuulennopeus 20 m/s
0	331,1	341,3	350,9
15	331,1	330,0	330,0
45	331,1	324,7	317,5
75	331,1	321,5	311,5
90	331,1	320,5	310,6
115	331,1	321,5	311,5
135	331,1	323,6	315,5
165	331,1	326,8	321,5
180	331,1	320,5	310,6

## 8

Taulukon 2 mukaan on selvää, että tuulensuunta ja -nopeus tulee huomioida mitauksessa. Tuulennopeudella 10m/s, jota on pidettävä kovana tuulena, voi tuulensuunta vaikuttaa yli 6 % havaittavaan äänennopeuteen. Kovalla tuulella on siten tuulensuunta testauksen aikana otettava huomioon.

5

Äänen etenemisnopeuteen ilmassa vaikuttavat myös vallitseva ilmankosteus ja lämpötila. Niiden vaikutus on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3:** Ilmankosteuden ja lämpötilan vaikutus äänennopeuteen

Lämpötila Kosteus %	-30 C° m/s	-20 C° m/s	-10 C° m/s	0 C° m/s	+10 C° m/s	+20 C° m/s	+30 C° m/s
0	312,8	319,2	325,4	331,5	337,5	343,4	349,8
15	—	—	325,4	331,5	337,5	343,4	349,4
30	—	—	325,4	331,5	337,5	343,6	349,8
45	—	—	325,4	331,5	337,6	343,9	350,3
60	—	—	325,4	331,5	337,8	344,1	350,7
75	—	—	325,4	331,6	337,9	344,4	351,1
90	—	—	325,4	331,6	338,0	344,6	351,1

10

Taulukosta 3 selviää, että lämpötila on suurempi äänennopeuteen vaikuttava tekijä kuin ilmankosteus. Sen vuoksi mittaustilanteessa on huomioitava myös askelmitauksen aikainen vallitseva lämpötila. Kosteuden vaikutus äänennopeuteen on niin pieni, että se voidaan jättää huomioimatta.

15

Mittaustilanteessa on siten huomioitava seuraavat muuttujat mittauksen tarkkuuden parantamiseksi: vallitseva lämpötila, vallitseva tuulensuunta mittauksen aikana, tuulennopeus ja mittausta suorittavan henkilön pituus. Nämä tiedot voidaan edullisesti syöttää äänivastaanottimeen 10, johon on tallennettu sovelias keksinnön mukainen ohjelmallinen sovellus. Sisätiloissa tai muuten tuulettomissa olosuhteissa riittää yleensä lämpötila ja henkilön pituus. Sääolosuhteiden yhteisvaikutus voidaan myös laskea ohjelmallisesti, jos suoritetaan erillinen kalibraatio tunnetulla matkalla vallitsevissa olosuhteissa. Kun tiedot on tallennettu äänivastaanottimeen 10, voidaan askelpituuden mittaus käynnistää. Tallennettuja ympäristö- ja lähtöarvoja käytetään hyväksi laskettaessa henkilön 1 paikka jokaisen äänipulssin vastaanottohetkellä. Keksinnön mukainen ohjelmallinen sovellus suorittaa askelpituuden mittauksessa tarvittavat laskennat. Tarvittaessa lasketut tulokset esitetään

25

äänivastaanottimen 10 näylöllä. Saatu askelpituuden mittaustulos tallennetaan  
äänivastaanottimen 10 muistiin myöhempää käyttöä varten.

5 Kuvassa 3 on esitetty esimerkinomaisena vuokaaviona keksinnön mukaisen askelpituuden mittaukseen kuuluvat päävaiheet. Vaiheessa 300 suoritetaan valmistelevia toimenpiteitä. Tällaisia ovat mm. äänilähettimen 11 ja äänivastaanottimen 10 kellojen synkronointi. Synkronoinnin avulla äänivastaanotin 10 pystyy määrittämään sen, milloin äänilähettimen 11 lähettämä äänipulssi vastaanotetaan. Lisäksi äänivastaanotin 10 pystyy synkronoinnin jälkeen määrittämään sen, milloin  
10 kyseinen äänipulssi on lähetetty ja monesko mittaukseen kuuluva äänipulssi se on.

Vaiheessa 300 äänivastaanottoimeen 10 syötetään myös äänennopeuteen vaikuttavat ympäristötiedot: lämpötila, tuulensuunta ja -nopeus. Lisäksi syötetään henkilön  
15 löp pituus, jotta geometrinen virhe voidaan laskennallisesti korjata.

Vaiheessa 310 askelpituuden mittaus käynnistetään. Käynnistäminen tehdään edullisesti painamalla äänilähettimessä 11 olevaa käynnistyspainiketta. Tällöin äänilähetin 11 alkaa lähettää äänipulsseja ja siihen edullisesti kuuluva kiihtyvyysanturi alottaa kiihtyvyysmittaukset.  
20

Valtuohtolsesti käynnistys suoritetaan äänivastaanottimen 10 avulla, jolloin käynnistystieto on siirrettävä langattomasti äänilähettimeen 11, jotta se käynnistyy. Kiihtyvyysanturitiedoista tunnistetaan kunkin askeleen alkamisajankohta. Ensimmäisen äänipulssin lähetys hetki merkitään mittausprosessissa ajanhetkeksi 0 s, jota voidaan kuvata esimerkiksi merkinnällä  $t_0$ . Äänipulssin lähetksen jälkeen keksinnön mukaisen prosessin toiminta haarautuu kahteen erilliseen laitteeseen: äänivastaanottoimeen 10 ja äänilähettimeen 11. Tätä hajautumista on kuvattu katkoviivanuolella kuvassa 3.  
25

30 Vaiheessa 320 äänivastaanottimessa 10 vastaanotetaan äänipulssi ajanhetkellä  $t_1$ , joka poikkeaa äänipulssin lähetys hetkestä  $t_0$ . Erotus  $t_1 - t_0$  vastaa kuluaikaa, jonka ääni tarvitsi kulkeakseen äänilähettimestä 11 äänivastaanottoimeen 10. Vaiheessa 321 lähtötietojen ja mitatun kuluaian perusteella lasketaan arvio henkilön  
35 1 etäisyydeksi S. Kun arvio etäisyydeksi S lasketaan, niin laskennan aikana huomioidaan vaiheessa 300 tallennetut äänennopeuteen vaikuttavat lähtötiedot ja mitausta suorittavan henkilön kokoon liittyvät lähtötiedot.

Kahden peräkkäisen äänipulssin vastaanottoaikojen avulla voidaan laskea myös, mikä on henkilön 1 nopeus  $V$  vastaanotettujen äänipulssien välillä.

- 5 Vaiheessa 322 laskentatulokset  $S$  ja  $V$  tallennetaan äänivastaanottimen 10 muistiin. Tallennuksen jälkeen äänivastaanotin 10 jää odottamaan seuraavaa äänipulssia, joka voi olla joko seuraavaa mittauspulssi tai askelmittauksen lopetuksen ilmaiseva äänipulssi.

- 10 Äänilähettimessä 11 toiminta jatkuu ensimmäisen lähetetyn äänipulssin jälkeen seuraavalla tavalla. Äänipulssin lähetystä seuraa vaihe 312. Tässä vaiheessa 312 kasvatetaan äänilähettimessä 11 olevan pulssilaskurin arvoa  $N$  yhdellä. Ensimmäisen pulssin lähetysten jälkeen pulssilaskurin  $N$  arvo on siten 1. Seuraavien lähetettyjen äänipulssien jälkeen pulssilaskurin arvo  $N$  kasvaa aina yhdellä.

- 15 Vaiheessa 313 suoritetaan vertailu, jossa tutkitaan onko pulssilaskurin  $N$  arvo kerrottuna viiveellä  $\tau$  pienempi kuin joku ennalta asetettu mittausaika  $M$ . Viive  $\tau$  vastaa lähetettävien äänipulssien aikaväliä, ja se on edullisesti 200 ms. Mittauksen alussa voidaan käytettävä mittausaika  $M$  asettaa halutuksi. Se voi olla esimerkiksi 10 sekuntia. Jos vertailu vaiheessa 313 antaa tuloksen KYLLÄ, siirrytään vaiheeseen 314. Vaiheessa 314 käytetään viive-elintä, josta saadaan signaali ulos määrätyn viivon  $\tau$  kuluttua. Tämä viivästetty signaali alkaansaa uuden äänipulssin lähetysten hetkellä  $t_0 + \tau$ . Tämän jälkeen vaiheet 311, 312, 313 ja 314 toistuvat niin kauan, kunnes lopulta vaiheessa 313 saadaan EI-tulos. Tällöin ennalta asetettu mittausaika  $M$  on kulunut umpeen ja askelpituuden määrittäminen voidaan päättää.

- 25 Mittauksen päätyminen ilmaistaan lähettämällä vaiheessa 330 lopetusäänipulssi. Lopetusäänipulssi poikkeaa varsinaisista mittausäänipulsseista tavalla, jonka äänivastaanotin 10 pystyy tunnistamaan.

- 30 Vaiheessa 340 äänivastaanotin 10 vastaanottaa äänilähettimen 11 mittauksen lopetusta kuvaavan äänipulssin. Vastaanotettuaan tämän lopetusäänipulssin äänivastaanotin 10 tallentaa edullisesti viimeisimmät laskentatulokset muistinsa, askelten lukumäärä, ajankohta ja niiden aikana kuljettu matka  $S$  ja keskimääräinen nopeus  $V$ . Kun äänilähetin 11 on lähettänyt lopetuspulssin, niin se edullisesti lähettää heti myös erillisen langattoman linkin kautta mittaamansa askelmäärän äänivastaanottimeen 10. Äänilähetin mittaa askelmäärän edullisesti siinä olevan kiihtyvyyssanturin avulla. Kiihtyvyyssanturista saatava kiihtyvyyssmaksimien lukumäärä  $N$  vastaa otettuja askelia.

Vaiheessa 350 mitattu askelpituus näytetään haluttaessa äänivastaaanottimen 10 näyttölaitteella. Keksinnön mukaisella menetelmällä mitattua askelpituutta voidaan valittomasti hyödyntää muissa mahdollisissa liikuntaan liittyvissä sovelluksissa.

5 Kuvassa 4a on esitetty esimerkkinomaisesti keksinnön mukaisen äänivastaaanottimen 10 käsittämiä toiminnallisia osia. Äänivastaaanotin 10 sisältää energialähteen 44, joka on edullisesti akku. Energialähteen 44 kapasiteetti on niin suuri, että se pystyy takaamaan äänivastaaanottimelle 10 pitkän toiminta-ajan.

10 Käyttäjä voi ohjata äänivastaaanotinta 10 käyttöliittymän 43 kautta. Sen avulla voidaan äänivastaaanottimeen 10 syöttää keksinnön mukaisessa mittausmenetelmässä tarvittavat mittauksen tarkkuuteen vaikuttavat ympäristö- ja käyttäjätiedot. Käyttöliittymään 43 kuluval edullisesti myös jotkin askelpituuden esitykseen soveltuvat välineet. Tällaisia välineitä voivat olla esimerkiksi näyttöyksikkö ja/tai kaiutin.

15 Äänivastaaanottimen 10 toimintaa ohjaa keskusyksikkö 41. Se käsittää edullisesti prosessoriyksikön (CPU) ja siihen kiinteässä yhteydessä olevan muistin. Keskusyksikköön 41 kuuluva muisti voidaan toteuttaa tekniikan tason mukaisilla muistiyksiköillä. Prosessoriyksikköön 41 kuluu myös kellotoiminto, jota hyödynnetään äänipulssien vastaanottoajan määrittämisessä.

20 Keskusyksikössä 41 ajetaan keksinnön mukainen askelpituudenmittauksessa hyödynnettävä sovellusohjelma. Tämä ohjelmallinen sovellus käsittää edullisesti vuokaavion 3 vaiheet 320-350. Keksinnön mukainen ohjelmallinen sovellus on edullisesti tallennettu keskusyksikköön 41 kuuluvaan muistiin. Ympäristö- ja käyttäjätiedot, vaihe 300 kuvassa 3, voidaan tallentaa käyttöliittymän 43 kautta samaan muistiin siten, että keksinnön mukainen sovellusohjelma voi niitä hyödyntää.

30 Äänivastaaanottimeen 10 kuuluu myös äänipulssien vastaanottovälineet 42. Ne käsittävät mikrofonyksikön ja signaalinkäsittelyvälineet, jotka muokkaavat vastaanotetun analogisen äänisignaalin digitaalseksi signaaliksi. Analogisen signaalin muuntaminen digitaalseksi tehdään A/D-muuntimella, jonka näytteenottotaajuus on edullisesti luokkaa 8-16 kHz. Vastaanotetut signaalinäytteet viedään keskusyksikköön 41, joka tekee päätöksen äänipulssin vastaanottohetkestä. Keskusyksikkö 41 tietää myös sen, mikä on kunkin vastaanotetun äänipulssin järjestysnumero laskien ensimmäisestä vastaanotetusta äänimerkistä. Tämän tiedon avulla se voi tehdä päätelmän vastaanottamansa äänipulssin lähetyshetkestä. Äänipuls-

sin käyttämä kulkuaika saadaan vähentämällä vastaanolloajasta äänipulssin lähetysaika.

5 Eräässä edullisessa keksinnön suoritusmuodossa äänivastaanotin 10 on jonkin solukkonverkon päätelaite, johon on ladattu keksinnön mukainen askelpituudenmittaukseen soveltuva ohjelmallinen sovellus.

10 Kuvassa 4b on esitetty esimerkinomaisesti mittauksen suorittajan mukanaan kantavan äänilähettimen 11 toiminnalliset pääosat. Siihen kuluu energialähde 49, jonka kapasiteetti mahdollistaa tasoltaan riittävien äänipulssien lähetyksen. Mittauksen suorittaja 1 ohjaa äänilähettintä 11 käyttöliittymän 47 avulla. Käyttöliittymä 47 käsittää edullisesti välineet äänilähettimen 11 ja vastaanottimen 10 kellojen synkronointimenettelyn käynnistämiseksi sekä välineet varsinaisen mittauksen käynnistämiseksi.

15 Äänipulssien lähetystä ohjaa keskusyksikkö 45, joka käsittää prosessoriyksikön (CPU), muistin ja kellotoiminnon. Yksi osa keksinnön mukaista sovellusohjelmaa askelpituuden määrittämiseksi, vaiheet 310-313 sekä vaihe 330 kuvassa 3, on edullisesti tallennettu keskusyksikköön 45 kuuluvaan muistiin. Nämä keksinnön mukaisen menetelmän vaiheet suoritetaan äänilähettimen 11 keskusyksikössä 45.

20 Äänilähetin 11 käsittää myös välineet 46 pituudeltaan määrättyjen äänipulssien lähettämiseksi. Nämä välineet 46 käsittävät oskillaattorin, edullisesti 1 000-2 000 Hz, äänisignaalin muodostamiseksi. Äänisignaalin taajuus, lähetysaika ja lähetyksen pituus määritetään keskusyksikön 45 antamalla käskyllä. Eräässä edullisessa keksinnön suoritusmuodossa äänipulsseja lähetetään 200 ms välein. Pulssien pituus on luokkaa 100 ms.

30 Äänilähetin 11 käsittää edullisesti ainakin yhden kiihtyvyysanturin 48. Kiihtyvyysanturin 48 mittaustiedoista, edullisesti kiihtyvyyden maksimiarvoista, voidaan laskea askelpituuden mittauksen aikana otetut askeleet N. Mittauksen päätyttyä havaittu askelmäärä N ilmaistaan edullisesti joko äänilähettimen 11 käyttöliittymään 47 kuuluvalla näytöllä tai askelmäärä N siirretään jollain teknillisen tason mukaisella langattomalla tiedonsiirtolinkillä äänivastaanottimeen 10. Näitä tiedonsiirrossa tarvittavia välineitä ei ole esitetty kuvissa 4a ja 4b. Esimerkkejä mahdollisista soveltuvista tiedonsiirtotavoista ovat IR-linkki tai Bluetooth-yhteys.

## 13

Eräässä edullisessa keksinnön suoritusmuodossa äänilähetin 11 on jonkin solukoverkon päätelaite, johon on ladattu keksinnön mukainen askelpituudenmittaukseen soveltuva ohjelmallinen sovellus.

- 5 Edellä on kuvattu eräitä keksinnön mukaisen menetelmän ja laitejärjestelyn edullisia suoritusmuotoja. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu juuri kuvattuihin suoritusmuotoihin. Keksinnöllistä ajatusta voidaan soveltaa esimerkiksi siten, että lähettimen ja vastaanottimen toiminnalliset roolit vaihdetaan. Tällöin askelpituuden mittausta suorittava henkilö kantaa vastaanotinta, ja lähetin on paikoillaan. Lisäksi keksinnöllistä ajatusta voidaan soveltaa lukuisilla tavoilla patenttivaatimusten asettamis-  
10 sa rajoissa.

14

L 3

**Patenttivaatimukset**

1. Menetelmä henkilön (1) askelpituuden mittaamiseksi, jossa menetelmässä mitataan kuljettu matka (S) ja käytettyjen askelten lukumäärä (N), **tunnettu** siitä, että kuljettu matka (S) mitataan äänitaajuisten pulssien (12a, 12b, 12c) kulkuajanmittauksella, jossa kulku aika mitataan liikkuvan henkilön (1, B) ja kiinteän pisteen väliltä (A), ja jossa menetelmässä äänipulssien vastaanottovälineet (10) tietävät sekä äänipulssien (12a, 12b, 12c) vastaanottohetket että kunkin äänipulssin (12a, 12b, 12c) lähetys hetken (300).

10

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että äänen kulkuajan mittaamiseksi äänipulssien lähetysvälineiden (11) ja äänipulssien vastaanottovälineiden (10) kelloi synkronoidaan ennen askelpituuden mittauksen aloittamista ja että määritetään askelpituuden mittaamisessa käytettävä mittaus aika (M) (300).

15

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että äänipulssien (12a, 12b, 12c) lähetysvälineinä käytetään äänilähetintä (11), joka lähettää oleellisesti taajuusalueella 1 000–2 000 Hz olevia äänipulsseja ja että äänipulssien vastaanottovälineinä käytetään äänivastaanotinta (10), joka pystyy vastaanottamaan ja ilmaisemaan käytetyllä taajuusalueella lähetetyn äänipulssin.

20

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liikkuvalla henkilöllä (1) on äänilähetin (11), jolla lähetään (311–314) äänilajuiset pulssit (12a, 12b, 12c), jotka vastaanotetaan (320–322) kiinteässä pisteessä (A) olevalla äänivastaanottimella (10).

25

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että äänipulssin (12a, 12b, 12c) kulkuajan mittauksella saatavaa etäisyysarviota (S) korjataan (321) ainakin yhdellä seuraavista äänipulssin (12a, 12b, 12c) kulku aikaan vaikuttavista tekijöistä: äänilähettimen korkeus (H), (kulma  $\alpha$ ), ilman lämpötila, tuulen suunta (kulma  $\beta$ ) tai tuulen nopeus.

30

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mittausjakson päätyttyä äänilähetin (11) lähettää askelpituuden mittauksen lopetuspulssin (330), joka lopetuspulssi vastaanotetaan (340) äänivastaanottimeessa (10) ja jossa lasketaan henkilön (1) lopullinen etäisyys (S) äänivastaanottimesta (10).

35



7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että askelpituuden mittauksen aikana otettujen askelten lukumäärä (N) mitataan äänipulssin lähetysvälineisiin (11) kuuluvalla kiihtyvyyssanturilla (48).
- 5 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että askelpituus lasketaan jakamalla mitattu lopullinen etäisyys (S) kiihtyvyyssanturilla (48) mitatulla askelmäärällä (N).
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mitattu askelmäärä (N) siirretään äänilähettimestä (11) äänivastaanottimeen (10) langalloman sähköisen linkin kautta.
- 10 10. Mittausjärjestely henkilön (1) askelpituuden mittaamiseksi, joka järjestely käsittää välineet kuljetun matkan (S) ja käytettyjen askelten lukumäärän (N) mittaamiseksi, **tunnettu** siitä, että kuljettu matka (S) on järjestetty mitattavaksi äänitajuisten pulssien (12a, 12b, 12c) kulkuaikamittauksella, joka on järjestetty mitattavaksi liikkuvan henkilön (1, B) ja kiinteän pisteen väliltä (A) ja jossa järjestelyssä äänipulssien vastaanottovälineillä (10) on tiedossa sekä äänipulssien (12a, 12b, 12c) vastaanottohetket että kunkin äänipulssin (12a, 12b, 12c) lähetysketket (300).
- 20 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että äänen kulkuajan mittaamiseksi äänipulssien lähetysvälineiden (11) ja äänipulssien vastaanottovälineiden (10) kellot on synkronoitu ennen askelpituuden mittauksen aloittamista ja että on määritetty käytettävä mittausaika (M) (300) ja että askelpituuden mittauksen laskentajakso määritetään askelten aiheuttamista kiihtyvyysepulsseista.
- 25 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että äänipulssien (12a, 12b, 12c) lähetysvälineet käsittävät äänilähettimen (11), joka on järjestetty lähettämään oleellisesti taajuuksialueella 1 000–2 000 Hz olevia äänipulsseja ja että äänipulssien vastaanottovälineet käsittävät äänivastaanottimen (10), joka pystyy sekä vastaanottamaan että ilmaisemaan käytetyllä taajuuksialueella lähetetyn äänipulssin.
- 30 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että liikkuvalla henkilöllä (1) on äänilähetin (11), joka on järjestetty lähettämään (311–314) äänitajuiset pulssit (12a, 12b, 12c), jotka on järjestetty vastaanotettavaksi (320–322) kiinteässä pisteessä (A) olevalla äänivastaanottimella (10).
- 35

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että äänipulssin (12a, 12b, 12c) kulkuajan mittauksella saatava etäisyysarvio (S) on järjestetty korjattavaksi (321) ainakin yhdellä seuraavista äänipulssin (12a, 12b, 12c) kulku aikaan vaikuttavista tekijöistä: äänilähettimen korkeus (H) (kulma  $\alpha$ ),  
5 ilman lämpötila, tuulensuunta (kulma  $\beta$ ) tai tuulennopeus.

15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että askelpituuden mittaus on järjestetty lopetettavaksi äänilähettimen (11) lähettämällä lopetuspulssilla (330).  
10

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että lopetuspulssin vastaanoton jälkeen (340) äänivastaanotin (10) on järjestetty laske-  
maan henkilön (1) lopullinen etäisyys (S) äänivastaanottimesta (10).

15 17. Patenttivaatimuksen 10 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että askelpituudenmittauksen aikana otettujen askelten lukumäärä (N) on järjestetty mitattavaksi äänipulssin lähetysvälincisiin (11) kuuluvalla kiihtyvyyssanturilla (48).

18. Patenttivaatimusten 16 ja 17 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että askelpituus on järjestetty laskettavaksi jakamalla mitattu lopullinen etäisyys (S) kiihtyvyyssanturilla (48) mitatulla askelmäärällä (N).  
20

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen mittausjärjestely, **tunnettu** siitä, että mitattu askelmäärä (N) on järjestetty siirrettäväksi äänilähettimestä (11) äänivastaanottimeen (10) langattoman sähköisen linkin kautta.  
25

20. Äänivastaanotin (10), **tunnettu** siitä, että se käsittää  
– käyttöliittymän (43) askelpituudenmittauksen lähtötietojen syöttämiseksi ja lasketun askelpituuden mittaustuloksen esittämiseksi  
30 – äänitaajuusvastaanottimen (42) oleellisesti 1 000–2 000 Hz taajuison äänisignaalin vastaanottamiseksi ja ilmaisemiseksi  
– keskusyksikön (CPU), muistin ja kellotoiminnon (41) vastaanotetun äänipulssin kulkuajan laskemiseksi sekä sen perusteella tehtävän etäisyyden (S) laskennan suorittamiseksi sekä  
35 – energialähteen (44).

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen äänivastaanotin (10), **tunnettu** siitä, että askelpituuden mittauksen lähtötietojen syöttö, äänipulssin kulkuajan määrittäminen

ja sen pohjalta tehtävä askelpituuden määrittäminen ja mittaustuloksen esittäminen on toteutettu äänipulssin vastaanottovälinsäisiin (10) tallennetun ohjelmallisen sovelluksen avulla.

- 5 22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen äänivastaanotin (10), **tunnettu** siitä, että se on osa jonkun solukkonverkon päätelaitetta.

23. Äänilähetin (11), **tunnettu** siitä, että se käsittää

- käyttöliittymän (43) askelpituuden mittauksen käynnistämiseksi  
10 – äänitaajuuslähettimen (46) oleellisesti 1 000–2 000 Hz taajuuden äänisignaalin lähettämiseksi  
– keskusyksikön (CPU), muistin ja kellotoiminnon (45)  
– mittauksessa käytettävän äänipulssin lähettämiseksi määrätyn viiveen ( $\tau$ )  
vähin  
15 – mittaukseen määritellyn ajan (M) umpeutumisen havaitsemiseksi  
– mittauksen lopetuspulssin lähettämiseksi  
– välineet (46) askeleen aiheuttaman kiihtyvyyksiinkin havaitsemiseksi ja havaittu  
jen kiihtyvyyssiikkien lukumäärän (N) tallentamiseksi sekä  
– energialähteen (44).

- 20 24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen äänilähetin (11), **tunnettu** siitä, että äänipulssin lähettämiseksi käytetty viive ( $\tau$ ), askelpituuden mittausajan pituus (M) sekä lopetuspulssin lähetysajan määrittäminen on toteutettu äänilähettimessä (10) tallennetun ohjelmallisen sovelluksen avulla.

- 25 25. Patenttivaatimuksen 23 mukainen äänilähetin (11), **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi välineet kiihtyvyyssiikkien lukumäärän (N) siirtämiseksi langattoman tiedonsiirtolinkin avulla toiseen laitteeseen (10).

- 30 26. Patenttivaatimuksen 23 mukainen äänilähetin (11), **tunnettu** siitä, että se on osa jonkun solukkonverkon päätelaitetta.

L4

/

### Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä askelpituuden mittaamiseksi, menetelmää hyödyntävä mittausjärjestely ja mittausjärjestelyssä hyödynnettävät äänilähetin ja äänivastaanotin. Keksinnön mukaisessa menetelmässä mitauslausta suorittavan henkilön (1) etäisyys (S) jostain tunnetusta kiintopisteestä (B) mitataan ajoitettujen äänitaajuuksien pulssien (12a, 12b, 12c) avulla. Askelmäärä mitataan henkilön (1) mukanaan kantaman kiihtyvyyssanturin avulla. Askelpituus saadaan jakamalla edelly malka (S) askelten lukumäärällä (N).

### Kuva 1

L5

/

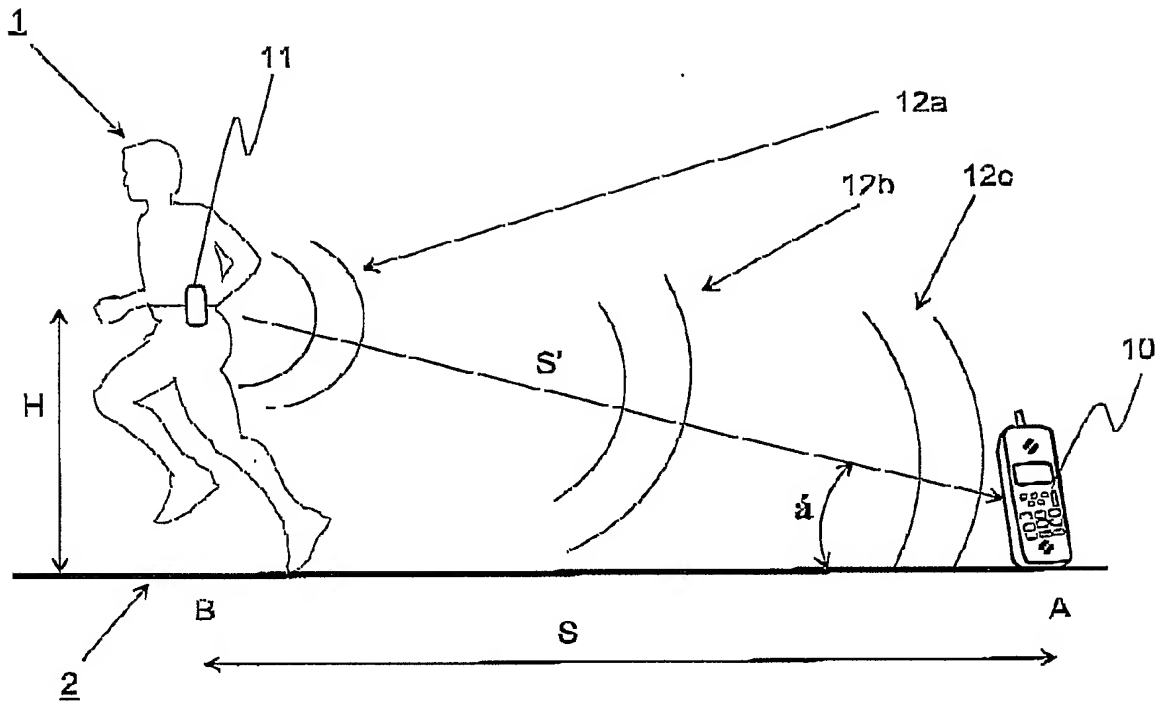


FIG. 1

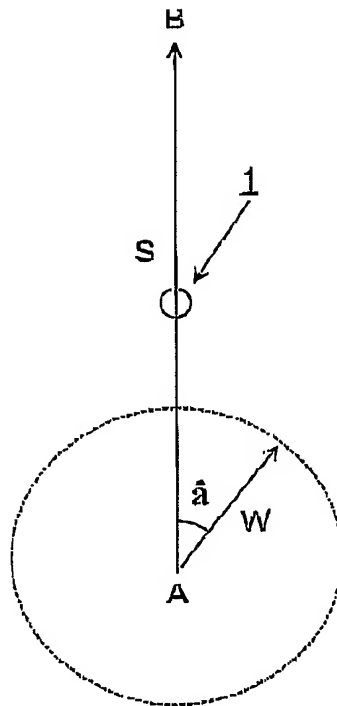


FIG. 2

12-02-2004 10:52 VAST.OTTO

L5

2

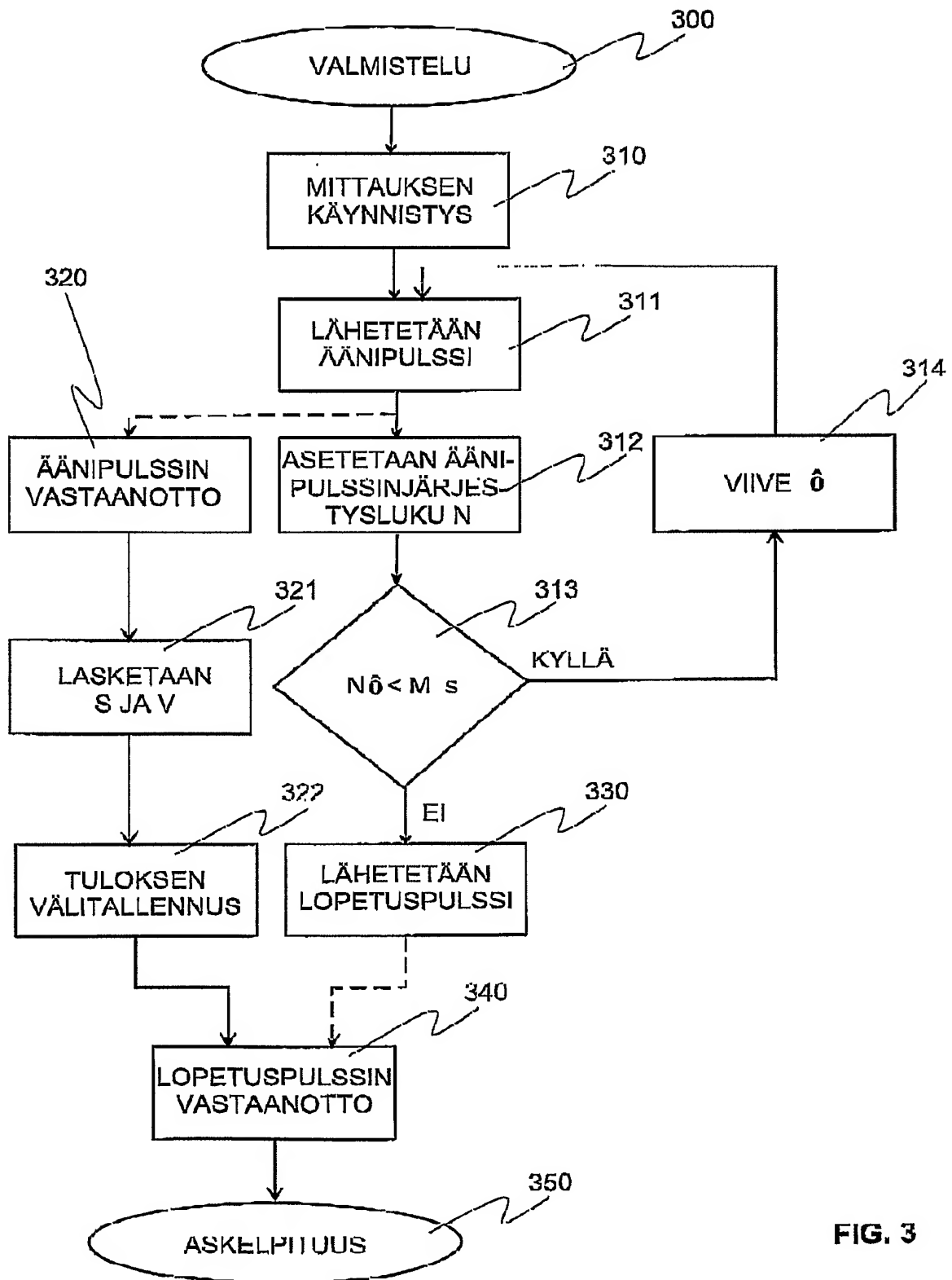


FIG. 3

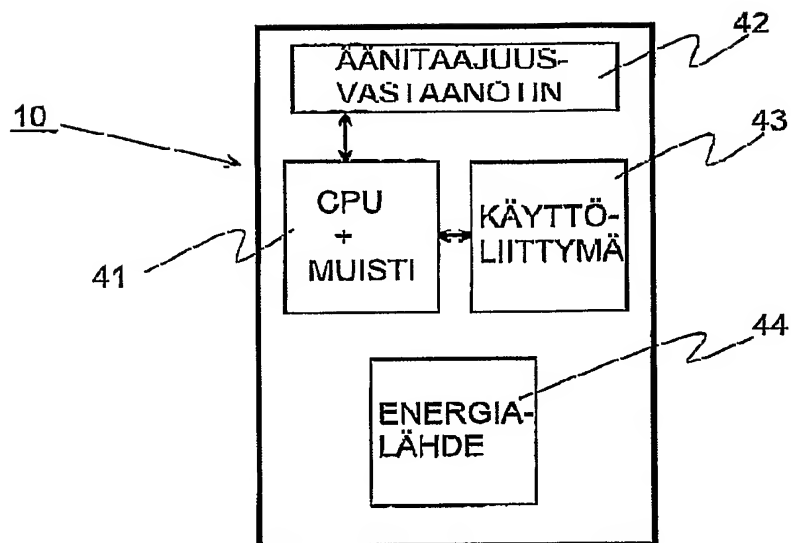


FIG. 4a

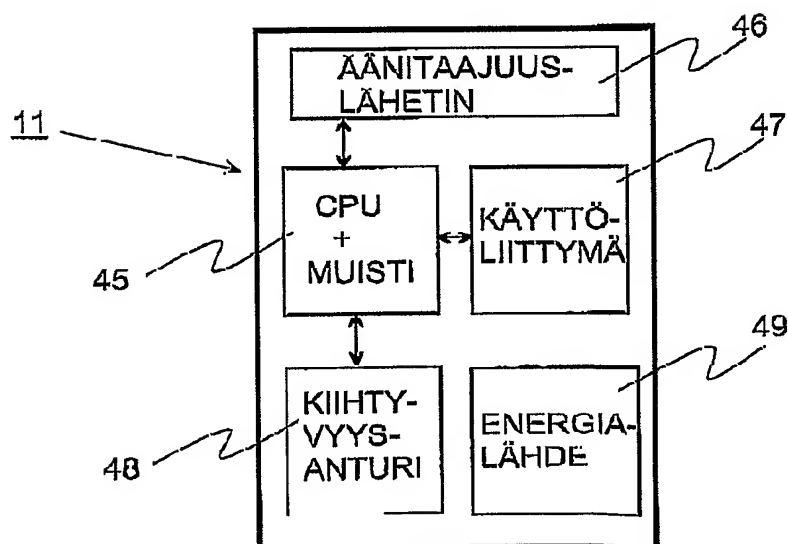


FIG. 4b